

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

© EPODOC / EPO

PN - JP2000265805 A 20000926  
PD - 2000-09-26  
PR - JP19990066117 19990312  
OPD - 1999-03-12  
TI - TURBINE FACILITY  
IN - TSUJI TADASHI  
PA - MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
IC - F01K21/04 ; F01K25/06 ; B01D53/62

© WPI / DERWENT

TI - Gas turbine in power plants, has regenerator which condenses exhaust carbon dioxide from turbine and condensed gas is liquefied by liquefying device

PR - JP19990066117 19990312

PN - JP2000265805 A 20000926 DW200110 F01K21/04 008pp

PA - (MITO ) MITSUBISHI JUKOGYO KK

IC - B01D53/62 ; F01K21/04 ; F01K25/06

AB - JP2000265805 NOVELTY - The gas turbine is provided with the regenerator (4) which condenses the exhaust carbon dioxide from the turbine (2). The condensed gas is liquefied by the liquefying device (7). The liquid CO<sub>2</sub> is changed into gas and the gas is pumped by a high pressure pump (8) to the combustor (1).

- USE - In power plants.
- ADVANTAGE - The carbon dioxide from the exhaust gas of the turbine is recovered and reused. Hence turbine efficiency is enhanced.
- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the schematic gas turbine.
  - Combustor 1
  - Turbine 2
  - Regenerator 4
  - Liquefying device 7
  - High pressure pump 8
- (Dwg.1/4)

PD - 1999-03-12

N - 2001-083965 [10]

© PAJ / JPO

N - JP2000265805 A 20000926

PD - 2000-09-26

AP - JP19990066117 19990312

IN - TSUJI TADASHI

PA - MITSUBISHI HEAVY IND LTD

TI - TURBINE FACILITY

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To recover liquid CO2 and utilize it as fuel.

- SOLUTION: This turbine facility has an expansion turbine2 in which combustion gas containing CO2 gas from a burner 1 is expanded, a regenerator 4 which prepares CO2 gas by condensing exhaust gas from the expansion turbine2, a liquefying means 7 which liquefies CO2 gas condensed by the regenerator 4, and a high pressure pump 8 which obtains high pressure CO2 gas by pressurizing the liquid CO2 liquefied by the liquefying means 7, and charges it to the burner 1 from the regenerator 4. The liquid CO2 is recovered without adopting power for liquefying the CO2 gas, and the liquid CO2 is utilized as fuel.

SI - B01D53/62

I - F01K21/04 ;F01K25/06

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-265805

(P2000-265805A)

(43) 公開日 平成12年9月26日 (2000.9.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

タービン (参考)

F 0 1 K 21/04

F 0 1 K 21/04

A 3 G 0 8 1

25/06

25/06

4 D 0 0 2

// B 0 1 D 53/62

B 0 1 D 53/34

1 3 5 Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平11-66117

(22) 出願日

平成11年3月12日 (1999.3.12)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 止 正

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂製作所内

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎 (外2名)

Fターム(参考) 3G081 BA02 BA11 BA20 BB00 BC07

DA14 DA21 DA22

4D002 AA09 BA08 BA12 BA13 BA20

CA20 EA02 GA03 GB03 GB04

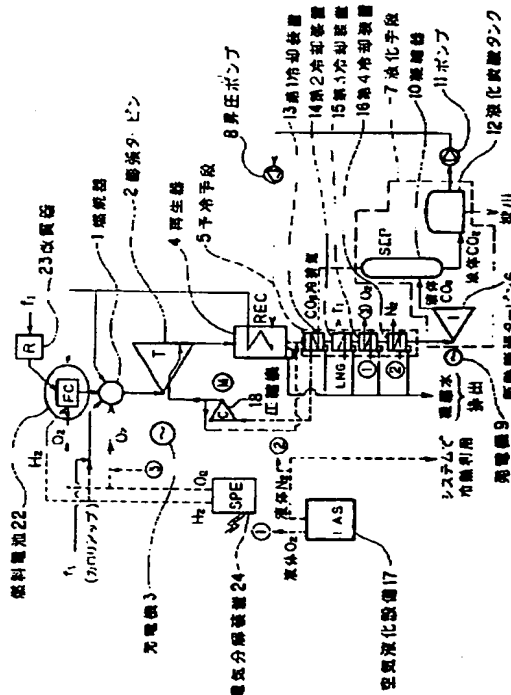
HA08

(54) 【発明の名称】 タービン設備

(57) 【要約】

【課題】 液体CO<sub>2</sub>を回収して液体CO<sub>2</sub>を燃料として利用する

【解決手段】 燃焼器1からのCO<sub>2</sub>を含む燃焼ガスが膨張される膨張タービン2と、膨張タービン2の排ガスを凝縮してCO<sub>2</sub>ガスとする再生器4と、再生器4で凝縮されたCO<sub>2</sub>ガスを液化して液体CO<sub>2</sub>とする液化手段7と、液化手段7で液化された液体CO<sub>2</sub>を加圧して高圧CO<sub>2</sub>ガスとする共に加圧した高圧CO<sub>2</sub>ガスを再生器4から燃焼器1に投入する高圧ポンプ8とを備え、CO<sub>2</sub>ガスを液化するための動力を採用することなく液体CO<sub>2</sub>を回収して液体CO<sub>2</sub>を燃料として利用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼器からの $\text{CO}_2$ を含む燃焼ガスが膨張される膨張タービンと、前記膨張タービンの排ガスを凝縮して $\text{CO}_2$ ガスとする再生器と、前記再生器で及び予冷で水分を凝縮した $\text{CO}_2$ ガスを液化して液体 $\text{CO}_2$ とする液化手段と、前記液化手段で液化された液体 $\text{CO}_2$ を加圧して高圧 $\text{CO}_2$ ガスとする共に加圧した高圧 $\text{CO}_2$ ガスを前記再生器から前記燃焼器に投入する加圧手段とを備えたことを特徴とするタービン設備。

【請求項2】 請求項1において、前記液化手段は、前記再生器で凝縮された $\text{CO}_2$ ガスを断熱膨張する断熱膨張タービンと、前記断熱膨張タービンで断熱膨張した $\text{CO}_2$ を気体と液体とに分離する凝縮器とからなることを特徴とするタービン設備。

【請求項3】 請求項2において、前記断熱膨張タービンの前側に $\text{CO}_2$ ガスを冷却する予冷手段を備えたことを特徴とするタービン設備。

【請求項4】 請求項3において、前記予冷手段は、前記凝縮器で分離された気体の $\text{CO}_2$ を冷媒としたことを特徴とするタービン設備。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれか一項において、前記燃焼器の上流側に燃料電池を備えたことを特徴とするタービン設備。

【請求項6】 請求項5において、前記加圧手段で加圧された前記再生器からの高圧 $\text{CO}_2$ ガスが前記燃料電池の作動流体となることを特徴とするタービン設備。

【請求項7】 燃焼器からの $\text{CO}_2$ を含む燃焼ガスが膨張される膨張タービンと、第2燃焼器からの燃焼ガスが膨張する第2膨張タービンを備えると共に前記第2膨張タービンの排気を圧縮する圧縮機が備えられたタービン装置と、前記膨張タービンの排ガスから水分を凝縮して $\text{CO}_2$ ガスとしこの $\text{CO}_2$ ガスを昇温して第2燃焼器に投入する再生器と、前記タービン装置の前記圧縮機から抽気した $\text{CO}_2$ ガスを液化して液体 $\text{CO}_2$ とする液化手段と、前記液化手段で液化された液体 $\text{CO}_2$ を加圧して高圧 $\text{CO}_2$ ガスとする共に加圧した高圧 $\text{CO}_2$ ガスを前記燃焼器に投入する加圧手段とを備えたことを特徴とするタービン設備。

【請求項8】 請求項7において、前記第2膨張タービンの排気側に前記第2膨張タービンの排気で蒸気を発生する排熱回収ボイラを設けると共に、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気を送られて仕事をする蒸気タービンを設けたことを特徴とするタービン設備。

【請求項9】 請求項7において、前記液化手段からの $\text{CO}_2$ により前記第2膨張タービンの吸気冷却を行なう吸気冷却手段を備えたことを特徴とするタービン設備。

【請求項10】 請求項7において、液体 $\text{CO}_2$ を用いて請求項1、5、6の発電サイクルを複合しその排気を第2燃焼器に投入することを特徴とするタービン設備。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃焼により生じた $\text{CO}_2$ ガスを液化して再利用するタービン設備に関する。

## 【0002】

【従来の技術】炭化水素燃料のガスタービンを備えた発電プラントでは様々な高効率化が図られている。ガスタービンに蒸気を投入する酸素燃焼のガスタービンの $\text{H}_2\text{O}$ と $\text{CO}_2$ について、 $\text{H}_2\text{O}$ は凝縮して系内給水に再循環し $\text{CO}_2$ は液化して排出する技術が考えられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記発電プラントは水蒸気中心の作動媒体でありそれを復水する再の熱損失が存在しておりこれがシステム損失をもたらす。そこで、作動媒体を $\text{CO}_2$ 中心とすることで復水器を使用せず液体 $\text{CO}_2$ を回収再利用する高性能の発電設備を考え出した。

【0004】本発明は上記状況に鑑みてなされたもので、液体 $\text{CO}_2$ を経由する高圧閉サイクルガスタービン設備を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明の構成は、燃焼器からの $\text{CO}_2$ を含む燃焼ガスが膨張する膨張タービンと、前記膨張タービンの排ガスから水分を凝縮して $\text{CO}_2$ ガスとする再生器と、前記再生器及び予冷で冷却された $\text{CO}_2$ ガスを液化して液体 $\text{CO}_2$ とする液化手段と、前記液化手段で液化された液体 $\text{CO}_2$ を加圧して高圧 $\text{CO}_2$ ガスとする共に加圧した高圧 $\text{CO}_2$ ガスを前記再生器から前記燃焼器に投入する加圧手段とを備えたことを特徴とする。

【0006】そして、前記液化手段は、前記再生器で凝縮された $\text{CO}_2$ ガスを断熱膨張する断熱膨張タービンと、前記断熱膨張タービンで断熱膨張した $\text{CO}_2$ を気体と液体とに分離する凝縮器とからなることを特徴とする。また、前記断熱膨張タービンの前側に $\text{CO}_2$ ガスを冷却する予冷手段を備えたことを特徴とする。また、前記予冷手段は、前記凝縮器で分離された気体の $\text{CO}_2$ を冷媒としたことを特徴とする。更に、前記燃焼器の上流側に燃料電池を備えたことを特徴とし、前記加圧手段で加圧された前記再生器からの高圧 $\text{CO}_2$ ガスが前記燃料電池の作動流体となることを特徴とする。

【0007】また、上記目的を達成するための本発明の構成は、燃焼器からの $\text{CO}_2$ を含む燃焼ガスが膨張する膨張タービンと、第2燃焼器からの燃焼ガスが膨張される第2膨張タービンを備えると共に前記第2膨張タービンの排気を圧縮する圧縮機が備えられたタービン装置と、前記膨張タービンの排ガスの熱回収で昇温した $\text{CO}_2$ ガスを第2燃焼器に投入する再生器と、前記タービン装置の前記圧縮機から抽気した $\text{CO}_2$ ガスを液化して液体 $\text{CO}_2$ とする液化手段と、前記液化手段で液化された液体 $\text{CO}_2$ を加圧して高圧 $\text{CO}_2$ ガスとする共に加圧した高圧 $\text{CO}_2$ ガスを自らの再生器を経由して前記燃焼器に投入する加圧手段とを備えたことを特徴とする。

【0008】そして、前記第2膨張タービンの排気側に蒸気を発生する排熱回収ボイラを設けると共に、前記排熱回収ボイラで発生した蒸気を送られて仕事をする蒸気タービンを設けたことを特徴とする。また、前記液化手段からの $\text{CO}_2$ により前記圧縮機の吸気を冷却する吸気冷却手段を備えたことを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】図1には本発明の第1実施形態例に係るタービン設備の概略系統を示してある。

【0010】図1に示すように、本実施形態例のタービン設備は、燃焼器1からの $\text{CO}_2$ を含む燃焼ガスが膨張する膨張タービン2を備え、膨張タービン2には発電機3が接続されている。膨張タービン2の排気は再生器4に送られ、再生器4では排熱を液体 $\text{CO}_2$ の気化に使用する。再生器4からの $\text{CO}_2$ ガスは予冷手段5に送られ、予冷手段5で更に冷却された $\text{CO}_2$ ガスは断熱膨張タービン6を有する液化手段7で液体 $\text{CO}_2$ となる。液体 $\text{CO}_2$ は加圧手段としての昇圧ポンプ8によって加圧されて再生器4で $\text{CO}_2$ ガスとされ、燃焼器1に投入される。尚、図中9は断熱膨張タービン6に接続された発電機である。

【0011】つまり、燃焼器1は高压 $\text{CO}_2$ ガスが主な作動媒体であり、炭化水素や $\text{H}_2$ 添加の燃料と酸素を投入する。膨張タービン2の排気ガスを液体 $\text{CO}_2$ とする必要から、上記タービン設備のライン圧は所定圧力(例えば7k $\text{g}/\text{cm}^2$ )に設定するので、膨張タービン2及び断熱膨張タービン6は背圧タービンを採用する。系内の圧力は昇圧ポンプ8の昇圧による入口圧力により確保されている。これにより、高膨張比のタービン発電が実現可能となる。

【0012】断熱膨張タービン6を有する液化手段7を説明する。予冷手段5で冷却された $\text{CO}_2$ ガスは、断熱膨張タービン6で断熱膨張されて液体 $\text{CO}_2$ とされ、液体 $\text{CO}_2$ は凝縮器10で液体 $\text{CO}_2$ と気体 $\text{CO}_2$ が分離される。つまり、循環流体( $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ )が一括液化時に分別される。分離された液体 $\text{CO}_2$ は液化炭酸タンク12に貯蔵される。この液体 $\text{CO}_2$ を発電に用いる時はまず移送ポンプ11及び昇圧ポンプ8により加圧し再生器4で高压 $\text{CO}_2$ ガスとする。系内バランス上余剰な液体 $\text{CO}_2$ (外部から投入された燃料に相当する液体 $\text{CO}_2$ 量)は液化炭酸タンク12から液体の状態で排出することとする。

【0013】予冷手段5で冷却された $\text{CO}_2$ ガスは液化手段7で液化して液体の状態で液化炭酸タンク12に貯蔵する。液相で $\text{CO}_2$ を扱うため、移送、貯留、加圧のハンドリングが容易である。

【0014】予冷手段5を説明する。予冷手段5はone through方式で4台の第1冷却装置13、第2冷却装置14、第3冷却装置15及び第4冷却装置16が上流側から順に備えられている。予冷手段5からの凝縮水は、再生器4からの凝縮水と共に排出される。第1冷却装置13では、凝縮器10で分離された $\text{CO}_2$ 冷排気

(気体の $\text{CO}_2$ )を冷媒として再生器4からの $\text{CO}_2$ ガスの冷却が行なわれる。第2冷却装置14では、外部の燃料(LNG)を冷媒として再生器4からの $\text{CO}_2$ ガスの冷却が行なわれる。第3冷却装置15では、空気液化設備17からの液体 $\text{N}_2$ (①)を冷媒として再生器4からの $\text{CO}_2$ ガスの冷却が行なわれる。また、第4冷却装置16では、空気液化設備17からの液体 $\text{N}_2$ の一部が抽出されて抽出された液体 $\text{N}_2$ (②)を冷媒として再生器4からの $\text{CO}_2$ ガスの冷却が行なわれる。尚、空気液化設備17からの液体 $\text{N}_2$ は、システムで別途冷熱利用される。

【0015】第1冷却装置13の冷媒とされた $\text{CO}_2$ 冷排気は、圧縮機18で圧縮されて膨張タービン2の翼の冷却に使用される。これにより、特別な冷却媒体(空気等)を外から投入することなく自らの循環流体 $\text{CO}_2$ で膨張タービン2の翼冷却が行なえる。尚、圧縮機18で圧縮された $\text{CO}_2$ 冷排気の一部は再生器4からの $\text{CO}_2$ ガスに混合される。

【0016】一方、燃焼器1の前側には燃料電池22が備えられ、昇圧ポンプ8によって加圧され再生器4で生成した高压 $\text{CO}_2$ ガスが燃料電池22の作動流体となる。また、燃料電池22には、第2冷却装置14の冷媒とされた外部の燃料(LNG) f が改質器23を介して送られると共に、電気分解装置24で生成された $\text{O}_2$ 及び $\text{H}_2$ が送られ、燃料電池22内の燃焼を行う。液化 $\text{CO}_2$ を気化させる際昇圧ポンプ8によって高压に昇圧(数百atm)しているため、この高压 $\text{CO}_2$ ガスを燃料電池22の作動流体として使用して電池の高压下高効率を実現することが可能となる。燃料電池22を作動させた後の高压排気は燃焼器1に投入され、後述するように、別途(例えば電気分解装置24で)生成された $\text{O}_2$ の一部が燃焼器1に投入されるため、残存 $\text{O}_2$ が限りなく零の当量燃焼として高効率発電が行なえる。

【0017】また、電気分解装置24で生成された $\text{O}_2$ の一部が燃焼器1に投入され、第3冷却装置15の冷媒として用いられ気化した $\text{O}_2$ (③)が、燃焼器1に投入される $\text{O}_2$ に混合される。また、電気分解装置24で生成された $\text{H}_2$ の一部がカロリーアップのために、第2冷却装置14の冷却媒体である燃料(LNG) f と混合される。

【0018】上述したタービン設備では、膨張タービン2の排気系を液化手段7に接続し、断熱膨張タービン6を含む液化手段7で液化された液体 $\text{CO}_2$ を昇圧ポンプ8を介して昇圧して十分高压の $\text{CO}_2$ ガスを得ているので、液化のために改めて圧縮機等の特別な手段で昇圧する必要がない。また、この系に投入される燃料に対応する余剰な $\text{CO}_2$ は液体 $\text{CO}_2$ として排出するので、 $\text{CO}_2$ の環境への排出をなくすることが可能になる。また、液体 $\text{CO}_2$ を昇圧ポンプ8を介して昇圧して十分高压の $\text{CO}_2$ ガスを得ているので、燃料電池22の高压作動が実現できると共に、高膨張比のタービン発電を実現することができる。

【0019】本発明の第2実施形態例を図2に基づいて

説明する。図2には本発明の第2実施形態例に係るタービン設備の概略系統を示してある。尚、図1に示した部材と同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略してある。

【0020】図2に示したタービン設備は、燃焼用酸化剤に空気を用いた例である。燃料電池22及び燃焼器1に投入される空気は、燃料の当量燃焼に見合った $O_2$ を供給する最小限のものとするので、 $N_2$ は少ない。尚、空気の加圧供給は、例えば、軸直結の専用圧縮機や別置の専用圧縮機、L-airのポンプ昇圧( $O_2$ 40wt%)、酸素富化膜の利用による $O_2$ 濃度向上等が挙げられる。この中で、L-airのポンプ昇圧( $O_2$ 40wt%)及び酸素富化膜の利用による $O_2$ 濃度向上は、窒素ガス量を削減する時に採用する。

【0021】図1に示した設備に対し、空気浄化設備17及び電気分解装置24を削除してある。これにより、設備費及び運用費を安価にしている。また、予冷手段5には第1冷却装置13及び第2冷却装置14のみが備えられている。

【0022】循環流体は、 $N_2$ 、 $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$ の混合流体とする。液化においては、 $CO_2$ のみを凝縮器10で液化し、 $N_2$ は低温気体のままとする。液化により純度の高い $CO_2$ を得ることができ、また、その予冷において $H_2O$ を凝縮除去できる。凝縮器10からの $N_2$ 冷排気と、LNGとで排気を冷却する(第1冷却装置13及び第2冷却装置14)。 $N_2$ 冷排気は昇温後系外へ排出する。再生器4からの気体 $CO_2$ は圧縮機18で昇圧して翼冷却用の $CO_2$ 、燃料電池22及び燃焼器1に循環利用する。

【0023】次に、本発明の第3実施形態例を図3に基づいて説明する。図3には本発明の第3実施形態例に係るタービン設備の概略系統を示してある。尚、図1に示した部材と同一部材には同一符号を付してある。

【0024】図3に示すように、本実施形態例のタービン設備は、燃焼器1からの $CO_2$ を含む燃焼ガスが膨張する膨張タービン2を備え、膨張タービン2には発電機3が接続されている。膨張タービン2の排気は再生器4に送られ、再生器4では排ガスからの熱回収を行う。また、第2燃焼器31からの $CO_2$ を含む燃焼ガスが膨張する第2膨張タービン32を備えると共に、第2膨張タービン32の排気を再び圧縮する圧縮機33が同軸状に備えられたタービン装置34が設けられている。第2膨張タービン32の排気ガスは、第2再生器35で冷却され、 $CO_2$ ガスは、排熱回収ボイラ36、冷却装置37及び吸気冷却手段としての吸冷熱交換器38を通して圧縮機33に投入される。尚、図中39は圧縮機33に接続された発電機である。

【0025】圧縮機33で圧縮された $CO_2$ ガスは、抽気されて予冷手段41に送られ、予冷手段41で冷却された $CO_2$ ガスは断熱膨張タービン6を有する液化手段7で液体 $CO_2$ とされる。液体 $CO_2$ を発電に用いる時は加圧

手段としての昇圧ポンプ8によって昇圧し $CO_2$ ガスとする。尚、図中9は断熱膨張タービン6に接続された発電機である。昇圧ポンプ8によって加圧された液体 $CO_2$ は、再生器4で気体となり燃焼器1及び燃料電池22に投入される。また、圧縮機33で圧縮された $CO_2$ ガスの一方は、第2再生器35を通過して第2燃焼器31に投入される。一方、第2再生器35を通過して第2燃焼器31に投入される $CO_2$ ガスに、再生器4で熱回収された $CO_2$ ガスが混合して第2燃焼器31に投入される。

【0026】予冷手段41を説明する。予冷手段41は第1冷却装置51及び第2冷却装置52が上流側から順に備えられている。第1冷却装置51では、外部からの冷却水を冷媒として圧縮機33で圧縮された $CO_2$ ガスの冷却が行なわれる。第2冷却装置52では、燃料(LNG)を冷媒として第1冷却装置51出口の $CO_2$ ガスを冷却する。 $CO_2$ ガスの冷却を行ない気化したLNG( $F_1$ )は、外部から供給する $O_2$ と共に第2燃焼器31に投入される。また、第1冷却装置51で冷却された $CO_2$ ガスは、第2膨張タービン32の翼の冷却に使用される。尚、再生器4で冷却された $CO_2$ ガスを膨張タービン2の翼の冷却に使用することも可能である。

【0027】断熱膨張タービン6を有する液化手段7を説明する。予冷手段41で冷却された $CO_2$ ガスは、断熱膨張タービン6で断熱膨張されて液体 $CO_2$ とされ、液体 $CO_2$ は凝縮器10で液体 $CO_2$ と気体 $CO_2$ が分離される。つまり、循環流体( $CO_2$ 、 $CO$ 、 $H_2O$ )が一括液化の時に分別される。分離された液体 $CO_2$ は液化炭酸タンク12に貯蔵される。液化炭酸タンク12に貯蔵された液体 $CO_2$ から余剰分(外部から投入する燃料に相当する $CO_2$ )を液体の状態で排出する。液化炭酸タンク12の容量の範囲ではこの排出は必ずしも必要でない。

【0028】予冷手段41で冷却された $CO_2$ ガスは液化手段7で液化されて液体の状態で液化炭酸タンク12に貯蔵する。液相で取り扱うので、移送、貯留、加圧のハンドリングが容易である。

【0029】一方、廃熱回収ボイラ36で発生した蒸気は蒸気タービン42に送られ、発電機43を駆動する。蒸気タービン42の排気蒸気は復水器44で復水となり、排熱回収ボイラ36に循環供給される。冷却装置37では、外部の冷却水を冷却媒体として第2再生器35で冷却された $CO_2$ ガスを更に冷却する。吸冷熱交換器38では、凝縮器10で分離された $CO_2$ 冷排気(気体の $CO_2$ )を冷媒として第2再生器35で流入する $CO_2$ ガスの冷却が行なわれる。また、吸冷熱交換器38の下流側では液化炭酸タンク12から排出される $CO_2$ の一部が直接噴射で混合されると共に、吸冷熱交換器38の冷媒として用いられた $CO_2$ 冷排気を混合して冷却温度の制御を行う。

【0030】上述したタービン設備は、液体 $CO_2$ を生成してそれを気化して $CO_2$ をシステムの循環流体とし、更

に、吸冷熱交換器38の吸気冷却の冷却媒体として適用し、また、吸冷熱交換器38の下流側への直接噴射での投入に適用している。CO<sub>2</sub>保有熱の有効な循環利用が可能になり、CO<sub>2</sub>の環境への排出を最小限のものとすることが可能になる。また、第2膨張タービン32から圧縮機33へのラインに、第2再生器35、廃熱回収ボイラ36、冷却装置37及び吸冷熱交換器38を設けて圧縮機33の入口温度を下げ、圧縮動力の軽減を図っている。また、CO<sub>2</sub>冷排気を圧縮機33の吸気冷却の冷却媒体に使用することで更に動力を削減している。上述したタービン設備では、第2膨張タービン32から圧縮機33へのラインを、任意の圧力で計画できるが、CO<sub>2</sub>の系外への漏れを防止する観点から略常圧から負圧とし、同様にタービン出力を確保することが可能である。

【0031】本発明の第1実施形態例を図1に基づいて説明する。図1には本発明の第1実施形態例に係るタービン設備の概略系統を示してある。尚、図3に示した部材と同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略してある。

【0032】図1に示したタービン設備は、燃焼用酸化剤に空気をを用いた例である。第2燃焼器31に投入される空気は、燃料の当量燃焼に見合ったO<sub>2</sub>を供給する最小限のものとするので、N<sub>2</sub>は少ない。また、予冷手段41には第1冷却装置51及び第2冷却装置52に加え、最上流側に第3冷却装置53が備えられている。尚、空気の加圧供給は、例えば、軸直結の専用圧縮機や別置の専用圧縮機、L-airのポンプ昇圧(0.40atm)、酸素富化膜の利用によるO<sub>2</sub>濃度向上等が挙げられる。この中で、L-airのポンプ昇圧(0.40atm)及び酸素富化膜の利用によるO<sub>2</sub>濃度向上は、酸素ガス量を削減する時に採用する。

【0033】循環流体は、N<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>・CO<sub>2</sub>・H<sub>2</sub>Oその他微量成分の混合流体とする。微量成分にはCO、NO<sub>x</sub>等が含まれる。循環流体の成分濃度は、(O<sub>2</sub>>N<sub>2</sub>>H<sub>2</sub>O>O<sub>2</sub>>その他)となっている。液化においては、CO<sub>2</sub>のみを凝縮器10で液化し、N<sub>2</sub>は低温気体のままとする。液化により純度の高いCO<sub>2</sub>を得ることができ、また、その予冷においてH<sub>2</sub>Oを凝縮除去できる。凝縮器10からのN<sub>2</sub>冷排気は第2冷却装置52で抽気1を予冷する。LNGは第1冷却装置51及び第3冷却装置53で抽気1を冷却し、自らは昇温して炭化水素燃料(C.H)となって第2燃焼器31に投入される。第2燃焼器31に投入された空気中のN<sub>2</sub>ガスは抽気1からのN<sub>2</sub>冷排気として系外へ排出する。

【0034】

【発明の効果】本発明のタービン設備は、燃焼器からのCO<sub>2</sub>を中心とする燃焼ガスが膨張する膨張タービンと、前記膨張タービンの排ガスからの回収熱でCO<sub>2</sub>ガスを再生器と、前記再生器で冷却された排気ガスを液化して液体CO<sub>2</sub>とする液化手段と、前記液化手段で液化された液体CO<sub>2</sub>を加圧して高圧にする共に高圧のCO<sub>2</sub>ガスを

前記再生器から前記燃焼器に投入する加圧手段とを備え膨張タービンを背圧タービンとすることでCO<sub>2</sub>循環サイクルを可能としている。

【0035】また、前記液化手段は、前記再生器で冷却されたCO<sub>2</sub>ガスを断熱膨張する断熱膨張タービンと、前記断熱膨張タービンで断熱膨張したCO<sub>2</sub>を気体と液体とに分離する凝縮器が膨張タービン背圧を高めて断熱膨張の膨張比を確保するので、圧縮手段を不要にしてCO<sub>2</sub>ガスを液化することが可能になる。また、冷排気をタービンの翼冷却に用いて最小限の冷却量とすることによりタービン通過流体量を最大とし、高発電出力を得る。

【0036】また、前記断熱膨張タービンの前側にCO<sub>2</sub>ガスを冷却する予冷手段を備え、前記予冷手段は、前記凝縮器で分離された気体のCO<sub>2</sub>を冷媒としたので、系内での冷熱の利用が図れ、液化CO<sub>2</sub>の生成効率を高めることができる。また、前記燃焼器の上流側に燃料電池を備え、前記加圧手段で加圧された前記再生器からの高圧CO<sub>2</sub>ガスで前記燃料電池を高圧下作動としたので、電池の発電効率を高めることができる。

【0037】図1の高圧ライン方式に対して常圧から負圧の低圧ライン方式の閉サイクルガスタービンを複合している。燃焼器からのCO<sub>2</sub>を含む燃焼ガスが膨張される膨張タービンと、第2燃焼器からの燃焼ガスが膨張される第2膨張タービンを備え、共に前記第2膨張タービンの排気を圧縮する圧縮機が備えられたタービン装置と、前記膨張タービンの排気から熱回収して昇温したCO<sub>2</sub>ガスを第2燃焼器に投入する再生器と、前記タービン装置の前記圧縮機から抽気したCO<sub>2</sub>ガスを液化して液体CO<sub>2</sub>とする液化手段と、前記液化手段で液化された液体CO<sub>2</sub>を加圧して高圧CO<sub>2</sub>ガスとする共に加圧した高圧CO<sub>2</sub>ガスを前記再生器から前記燃焼器に投入する加圧手段とを備えたので、液化の予圧CO<sub>2</sub>ガスを圧縮機の抽気で賄う、膨張タービン排気の高圧・高温のCO<sub>2</sub>ガスは第2燃焼器の作動媒体の増強(混入)と燃料消費率の低減を図る、等循環媒体の分岐・合流により発電効率を高めている。

【0038】また、前記第2膨張タービンの排気側に前記第2膨張タービンの排気で蒸気を発生する廃熱回収ボイラを設けると共に、前記廃熱回収ボイラで発生した蒸気が送られて仕事をする蒸気タービンを設けたので、プラントの効率向上が図れる。また、前記液化手段からのCO<sub>2</sub>により前記第2膨張タービンの吸気冷却を行なう吸気冷却手段を備えたので、圧縮動力を削減し、ガスタービン出力を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態例に係るタービン設備の概略系統図。

【図2】本発明の第2実施形態例に係るタービン設備の概略系統図。

【図3】本発明の第3実施形態例に係るタービン設備の







【図4】

